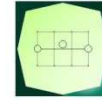


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35-A4

INTERCONNESSIONE A35-A4 DA PROG. 5+060

SVAX2 - ADEGUAMENTO SVINGOLO DI TRAVAGLIATO EST SVA03

ALLARGAMENTO CAVALCAVIA ESISTENTE CVA04

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTAZIONE:

VERIFICA:



CONSORZIO B.B.M.

PER IL CONSORZIO
IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO
IL DIRETTORE TECNICO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROGR.		DATA:
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	MARZO 2015
60369	04	RC	D	I	I1	SV	AX2	00	00	001	00	A	00	SCALA:

ELABORAZIONE PROGETTUALE

REVISIONE

IL PROGETTISTA
PIACENTINI INGEGNERI S.R.L.
DOTT. ING. LUCA PIACENTINI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BOLOGNA N. 4152

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
A	00	EMISSIONE	04/03/15	PIACENTINI	04/03/15	MAZZOLI	04/03/15	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO




Società di Progetto
Brebemi SpA

[Handwritten signature]

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 3 di 52
---	---------------------------------	---	------------	-------------------

INDICE

1	PREMESSA	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
4	MODELLO IMPALCATO	13
4.1	UNITÀ DI MISURA E CONVENZIONI DI SEGNO.....	13
4.2	SISTEMA DI RIFERIMENTO.....	13
4.3	MODALITÀ DI COSTRUZIONE DELL'IMPALCATO.....	13
4.4	MODALITÀ DI COSTRUZIONE DELLE TRAVI.....	14
4.5	METODO ED IPOTESI DI CALCOLO	14
4.6	MODELLO IMPALCATO.....	16
4.6.1	<i>Dati geometrici</i>	16
4.6.2	<i>Traversi in testate</i>	17
4.6.3	<i>Trave prefabbricata VH BSB.....</i>	17
4.6.4	<i>Parametri dei materiali</i>	19
4.6.5	<i>Ripartizione trasversale dei carichi.....</i>	19
4.6.6	<i>Analisi dei carichi</i>	20
4.6.7	<i>Coefficienti di combinazione</i>	21
4.6.8	<i>Applicazione del metodo di massonnet</i>	22
4.6.9	<i>Valori caratteristici delle sollecitazioni sulla trave</i>	23
4.6.10	<i>Valori di combinazione delle sollecitazioni sulla trave.....</i>	27
4.6.11	<i>Reazioni massime agli appoggi</i>	33
5	MODELLO DI CALCOLO IMPALCATO	36
5.1	SCHEMI STATICI.....	36
5.2	ARMATURE TRAVE PREFABBRICATA	36
5.2.1	<i>Armature di precompressione pretesate.....</i>	36
5.3	MATERIALI - RESISTENZE DI CALCOLO.....	36
5.3.1	<i>Calcestruzzo delle travi prefabbricate</i>	37
5.3.2	<i>Calcestruzzo gettato in opera.....</i>	38
5.3.3	<i>Acciaio per c.a.p.....</i>	39
5.3.4	<i>Acciaio per armatura lenta</i>	39

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 4 di 52
---	---------------------------------	---	------------	-------------------

5.4	CADUTE DI TENSIONE.....	40
5.4.1	<i>Rilassamento dell'acciaio da precompressione</i>	40
5.4.2	<i>Ritiro del calcestruzzo.....</i>	40
5.4.3	<i>Viscosità del calcestruzzo.....</i>	41
5.4.4	<i>Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione</i>	41
5.5	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	41
5.5.1	<i>Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo</i>	41
5.5.2	<i>Stato limite di fessurazione travi prefabbricate.....</i>	42
5.5.3	<i>Stato Limite di deformazione</i>	42
5.6	STATI LIMITE ULTIMI.....	43
5.6.1	<i>Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti.....</i>	43
5.7	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	44
5.7.1	<i>Verifica sezione X=0,00: prima fase</i>	44
5.7.2	<i>Verifica sezione X=0,00: seconda fase</i>	45
5.7.3	<i>Verifica sezione X=1175,00: prima fase</i>	47
5.7.4	<i>Verifica sezione X=1175,00: seconda fase</i>	49
6	SPALLA.....	52
7	PALI DI FONDAZIONE	52

APPROVATO BPP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 5 di 52
---	---------------------------------	--	------------	-------------------

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo e la verifica delle opere necessarie per l'allargamento dell'opera d'arte CV04 disposta allo svincolo di Travagliato Est nell'ambito del Progetto Definitivo dell'interconnessione A35-A4.

L'allargamento in oggetto di 2,85m totali comporta un ampliamento di uguale entità della spalla e della fondazione e l'aggiunta all'impalcato esistente di numero 1 travi prefabbricate in c.a.p. ad interasse 1.96m dalla trave di bordo del cavalcavia esistente.

Per la carreggiata Milano- Brescia viene mantenuto l'attuale impalcato costituito da 7 travi in c.a.p. poste ad interasse di 2.03m e viene sfruttato lo spazio predisposto all'allargamento della carreggiata. Per la carreggiata Brescia-Milano, invece, l'ulteriore allargamento di 2,85m necessario per la soluzione progettuale che prevede l'aggiunta di una corsia di accelerazione in corrispondenza del cavalcavia, l'attuale impalcato viene allargato con l'aggiunta di una trave accostata all'attuale trave di bordo. In definitiva l'impalcato sottostante alla carreggiata Milano-Brescia conserva una larghezza di 14.25m, invece, l'impalcato oggetto dell'ampliamento e sottostante alla carreggiata Brescia-Milano raggiunge la larghezza di 16.60m. La larghezza complessiva del cavalcavia diviene 30.95m.

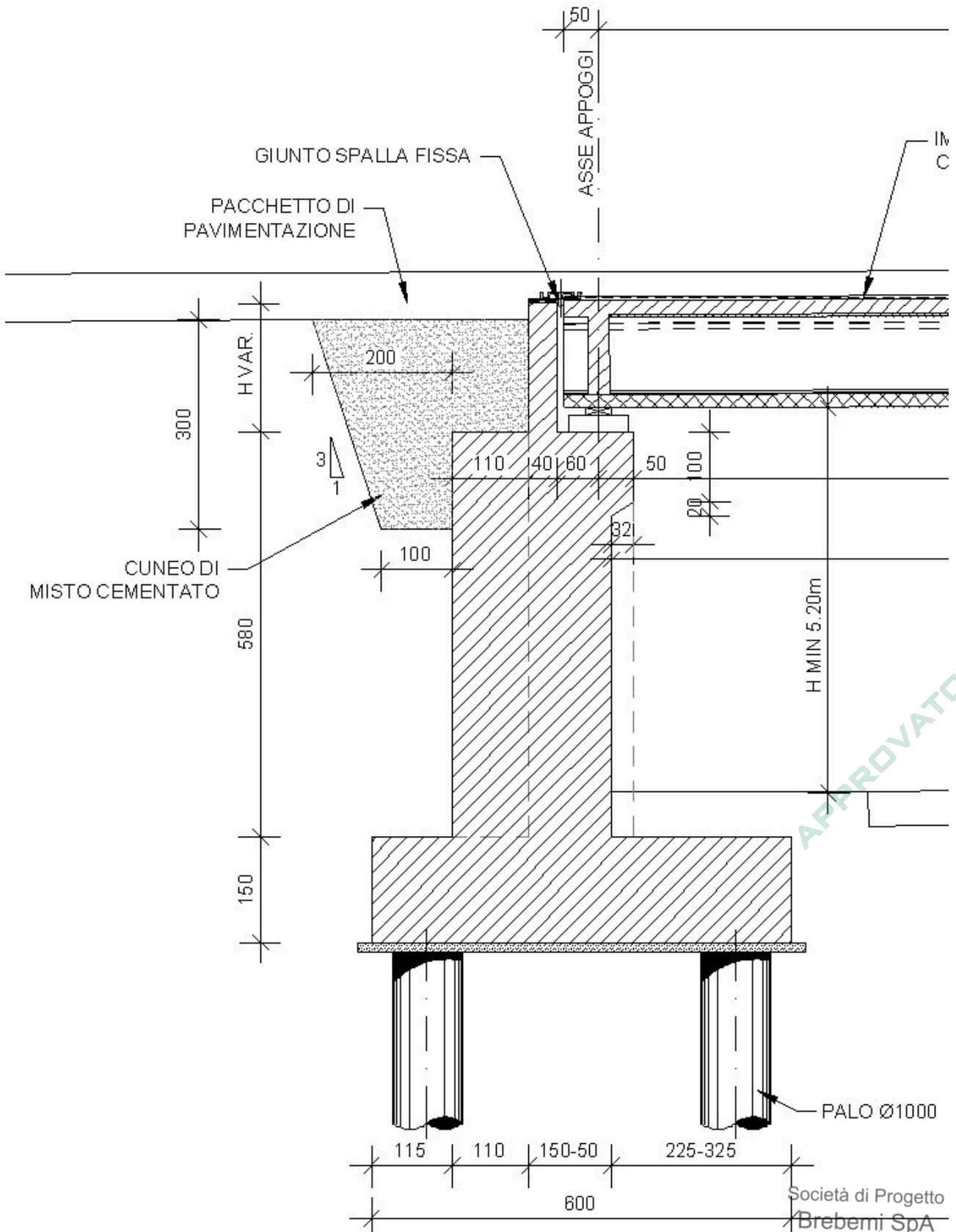
La trave che viene adoperata per l'ampliamento, come quelle dell'impalcato esistente, ha una lunghezza di 24.5 m, con luce netta fra gli appoggi di 23.5 m. L'impalcato ha altezza complessiva di 155 cm di cui 130 cm di travi e 25 cm di soletta.

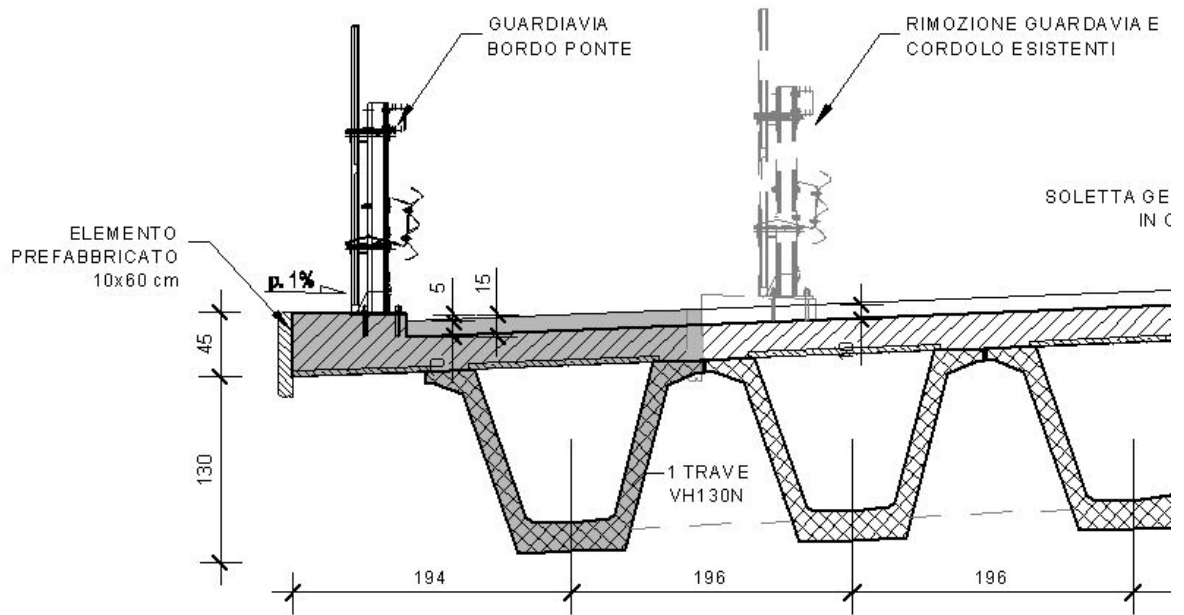
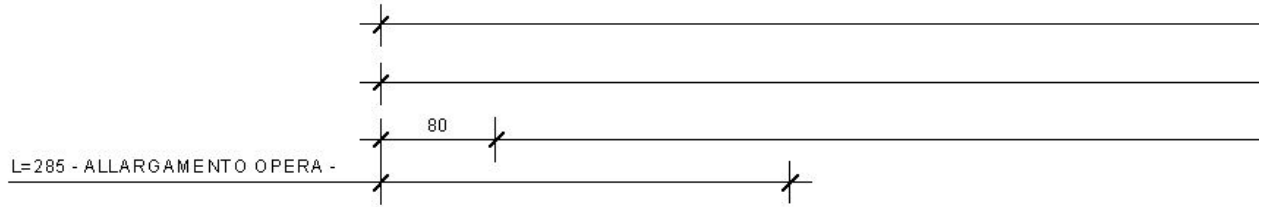
Nella carreggiata Milano – Brescia, la sezione trasversale accoglie per 12.20 m la carreggiata stradale e per 205 cm due cordoli laterali, quello di destra da 80 cm e quello di sinistra da 125 cm, su cui trovano sede i guardiavia.

Nella carreggiata Brescia – Milano, la sezione trasversale accoglie per 14.55 m la carreggiata stradale e per 205 cm due cordoli laterali, quello di destra da 80 cm e quello di sinistra da 125 cm, su cui trovano sede i guardiavia.

L'allargamento della spalla sottostante è in calcestruzzo armato con paraghiaia di spessore costante 40 cm. L'elevazione della spalla è pari a 5.80 m calcolata dall'estradosso della piastra del basamento alla base del paraghiaia. Il basamento dell'allargamento della spalla ha dimensioni 6.00 m x 2.85 m x 1.5 m.


Di seguito si riportano le immagini in sezione dell'allargamento della spalla e della trave in c.a.p. utilizzata per l'allargamento dell'impalcato.





TRAVE DI PROGETTO

APPROVATO SDP

	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 8 di 52
---	---------------------------------	--	------------	-------------------

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni sulle strutture - Azioni in generale - Azioni termiche
- UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Azioni sulle strutture - Carichi da traffico sui ponti
- UN
-
- I EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo- Ponti di calcestruzzo, Progettazione e dettagli costruttivi
- UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Progettazione geotecnica - Regole generali
- UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-2:2009 Parte 2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Ponti
- UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

Società di Progetti
Brebemi SpA



3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel seguito si elencano le caratteristiche dei materiali utilizzati per le diverse parti costituenti la struttura.

- **Calcestruzzo**

	Tipo	Classe di esposizione	Rapporto a/c
Calcestruzzo pali di fondazione:	C25/30	XC2	0.56
Calcestruzzo per soletta su travi:	C32/40	XC2	0.47
Calcestruzzo travi CAP	C45/55	XF1	0.49
Calcestruzzo elevazioni muri:	C32/40	XC4-XD1-XF1	0.47
Calcestruzzo fondazioni spalle e muri:	C28/35	XC2	0.52
Calcestruzzo elevazioni spalle:	C28/35	XF4	0.44

- **Acciaio**

	Tipo
Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:	B450C
Acciaio armonico stabilizzato per trefoli:	f _{ptk} = 1900 MPa f _p (1) k = 1700 MPa

- **Caratteristiche di progetto**

Nel seguito si elencano le caratteristiche di progetto dei materiali utilizzati per la struttura.


- **C25/30**

Classe di resistenza	=	C 25/30	
R _{ck}	=	30 MPa	Valore caratteristico resistenza cubica
f _{ck}	=	24.9 MPa	Valore caratteristico resistenza cilindrica
f _{cm}	=	32.9 MPa	Valore medio resistenza cilindrica
f _{ctm}	=	2.56 MPa	Valore medio resistenza a trazione semplice
f _{cfm}	=	3.07 MPa	Valore medio resistenza a trazione per flessione
ν	=	0.2	Coefficiente di Poisson
E _{cm}	=	31447 MPa	Modulo elastico
γ _c	=	1.5	Coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	Coefficiente risuttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	14.11 MPa	Resistenza di calcolo a compressione
f _{ctd}	=	1.19 MPa	Resistenza di calcolo a trazione

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 10 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

ϵ_{cu} = 0.0035 Deformazione a rottura per il calcestruzzo
 ϵ_{c0} = 0.002 Deformazione limite del tratto a parabola del legame costitutivo del calcestruzzo

- **C28/35**

Classe di resistenza = C 28/35
 R_{ck} = 35 MPa Valore caratteristico resistenza cubica
 f_{ck} = 29.05 MPa Valore caratteristico resistenza cilindrica
 f_{cm} = 37.05 MPa Valore medio resistenza cilindrica
 f_{ctm} = 2.83 MPa Valore medio resistenza a trazione semplice
 f_{ctm} = 3.40 MPa Valore medio resistenza a trazione per flessione
 ν = 0.2 Coefficiente di Poisson
 E_{cm} = 32588 MPa Modulo elastico
 γ_c = 1.5 Coefficiente parziale di sicurezza
 α_{cc} = 0.85 Coefficiente risuttivo per resistenze di lunga durata
 f_{cd} = 16.46 MPa Resistenza di calcolo a compressione
 f_{ctd} = 1.32 MPa Resistenza di calcolo a trazione
 ϵ_{cu} = 0.0035 Deformazione a rottura per il calcestruzzo
 ϵ_{c0} = 0.002 Deformazione limite del tratto a parabola del legame costitutivo del calcestruzzo


- **C32/40**

Classe di resistenza = C32/40
 R_{ck} = 40 MPa Valore caratteristico resistenza cubica
 f_{ck} = 33.2 MPa Valore caratteristico resistenza cilindrica
 f_{cm} = 41.2 MPa Valore medio resistenza cilindrica
 f_{ctm} = 3.10 MPa Valore medio resistenza a trazione semplice
 f_{ctm} = 3.72 MPa Valore medio resistenza a trazione per flessione
 ν = 0.2 Coefficiente di Poisson
 E_{cm} = 33643 MPa Modulo elastico
 γ_c = 1.5 Coefficiente parziale di sicurezza
 α_{cc} = 0.85 Coefficiente risuttivo per resistenze di lunga durata
 f_{cd} = 18.81 MPa Resistenza di calcolo a compressione

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 11 di 52
---	---------------------------------	--	------------	--------------------

f_{ctd}	=	1.45	MPa	Resistenza di calcolo a trazione
ϵ_{cu}	=	0.0035		Deformazione a rottura per il calcestruzzo
ϵ_{c0}	=	0.002		Deformazione limite del tratto a parabola del legame costitutivo del calcestruzzo

- **C45/55**

Classe di resistenza	=	C45/55		
R_{ck}	=	55	MPa	Valore caratteristico resistenza cubica
f_{ck}	=	45.65	MPa	Valore caratteristico resistenza cilindrica
f_{cm}	=	53.65	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
f_{ctm}	=	3.83	MPa	Valore medio resistenza a trazione semplice
f_{cfm}	=	4.60	MPa	Valore medio resistenza a trazione per flessione
n	=	0.2		Coefficiente di Poisson
E_{cm}	=	36416	MPa	Modulo elastico
γ_c	=	1.5		Coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85		Coefficiente risuttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	25.87	MPa	Resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.79	MPa	Resistenza di calcolo a trazione
ϵ_{cu}	=	0.0035		Deformazione a rottura per il calcestruzzo
ϵ_{c0}	=	0.002		Deformazione limite del tratto a parabola del legame costitutivo del calcestruzzo

Valori per studio alle tensioni ammissibili:

n	=	6		Coefficiente di omogeneizzazione
-----	---	---	--	----------------------------------


Nella fase iniziale, al taglio dei trefoli nella trave in CAP, la resistenza del calcestruzzo avrà le caratteristiche di un calcestruzzo C32/40.

- **B450C**

$f_{yk\ nom}$	=	450	MPa	Valore nominale della tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk\ nom}$	=	540	MPa	Valore nominale della tensione caratteristica di rottura
γ_s	=	1.15		Coefficiente parziale di sicurezza
E_s	=	210000	MPa	Modulo elastico
f_{yd}	=	391.3	MPa	Resistenza di calcolo

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 12 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

ε_{su} = 0.01 Deformazione a rottura per l'acciaio


• **Acciaio armonico stabilizzato per trefoli**

ϕ = 0.5 " Diametro trefolo (in pollici)
 ϕ = 10.88 mm Diametro trefolo (in millimetri)
A = 93.0 mm² Area singolo trefolo
 f_{ptk} = 1900.0 MPa Tensione caratteristica di rottura
 $f_{p(1)k}$ = 1700.0 MPa Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
Agt = 0.035 Allungamento sotto carico massimo
Esp = 195000 MPa Modulo elastico convenzionale
 $\sigma_{spi \max}$ = 1368.0 MPa Tensione iniziale massima di pretensione
 σ_{spi} = 1350.0 MPa Tensione iniziale di pretensione

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 13 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

4 MODELLO IMPALCATO

4.1 Unità di misura e convenzioni di segno

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza : cm
forza : N

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in millimetri, i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in pollici (≈ 25.4 mm).

I carichi agenti sull'impalcato sono, come è naturale assumere, positivi se diretti verso il basso. Le tensioni sono positive se di trazione, sia per quanto riguarda il calcestruzzo che l'acciaio.

4.2 Sistema di riferimento

Si considera l'impalcato come un piano in cui un sistema di assi ortogonali x,y individua ogni punto di esso.

L'asse x è assunto longitudinalmente all'asse delle travi, l'asse y ortogonalmente.

L'origine di questo sistema di riferimento è posizionata sulla intersezione tra l'asse di simmetria delle travi prefabbricate e un asse degli appoggi (è indifferente quale dei due assi appoggi viene assunto come origine x).

Le grandezze y rappresentano perciò le eccentricità dei carichi ed hanno segno negativo verso destra e positivo verso sinistra guardando le sezioni nelle figure di seguito riportata in relazione.

Le grandezze x sono sempre positive.

L'asse delle z , ortogonale al piano x,y , ha lo zero sul fondo delle travi prefabbricate ed ha valori positivi verso l'alto.

4.3 Modalità di costruzione dell'impalcato


L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto in opera di traversi e soletta collaboranti.

Le travi sono autoportanti, non necessitano quindi di alcun rompitratta o puntellamento provvisorio durante l'esecuzione dell'impalcato.

Si distinguono due fasi successive di lavoro:

Società di Progetto
Drebeni SPA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 14 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

PRIMA FASE

Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono da sole al peso proprio ed a quello della soletta gettata in opera.

SECONDA FASE

Il sistema misto travi precomprese e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

4.4 Modalità di costruzione delle travi

Le travi vengono costruite in uno stabilimento di prefabbricazione e successivamente trasportate a piè d'opera e varate. Il sistema di precompressione è del tipo a fili aderenti.

I trefoli che costituiscono l'armatura di precompressione vengono tesati sino alla tensione σ_{spi} prevista nella presente relazione.

Disposta l'armatura lenta per gli sforzi di taglio (staffe), ultimata la tesatura e fissata la cassetta, si procede al getto del calcestruzzo.

La maturazione del calcestruzzo avviene con ciclo termico a vapore opportunamente tarato in funzione del mix-design e della resistenza R_{ck} che è richiesta al momento del taglio dei trefoli.

Una volta raggiunta la resistenza R_{ck} si procede all'allentamento delle armature di precompressione ed allo stoccaggio del manufatto.

4.5 Metodo ed ipotesi di calcolo


L'impalcato viene realizzato con travi in semplice appoggio collaboranti tra loro grazie all'azione della soletta. Esso si presenta quindi come una lastra appoggiata sui lati opposti e che presenta una forte ortotropia. Per la ricerca delle sollecitazioni nei vari elementi componenti l'impalcato si ricorre al metodo di Massonnet che permette, mediante l'ausilio di opportuni coefficienti, di risolvere la ripartizione dei carichi e conoscere le sollecitazioni.

Nel grigliato ortotropo il procedimento di Massonnet trae origine dallo studio di un graticcio appoggiato in corrispondenza degli estremi delle travi principali longitudinali e libero sugli altri estremi; graticcio che si suppone equivalente ad una piastra ortotropa.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 15 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

Se si osserva un graticcio di travi si constata che si tratta di una struttura a travi bidirezionali a direzioni per lo più ortogonali.

Il comportamento dell'impalcato dipende essenzialmente dalle rigidezze flessionali e torsionali dei due ordini di travi e dalla loro reciproca influenza.

Si può, pertanto, pensare di assimilare l'impalcato ad una piastra ortotropa nella quale la caratterizzazione di comportamento nelle due direzioni sia data dalle rigidezze flessionali e torsionali anziché dai legami costitutivi dei materiali.

Il metodo di Massonnet considera l'impalcato reale come una lastra rettangolare di larghezza teorica

$$2 \cdot B = n \cdot i$$

$n = n.\text{travi}$, $i = \text{interasse travi}$

e lunghezza pari alla luce di calcolo; tiene conto della differente deformabilità della lastra in senso longitudinale e in senso trasversale.

Si considera una condizione di carico

$$p(x;e) = P_m \text{sen}(\pi x/l)$$

variabile con legge sinusoidale ed agente parallelamente all'asse x con eccentricità e ; per tale carico la deformata ha una legge $w(x,y;e)$ che si ottiene integrando l'equazione di Huber. Esprimendo in serie di Levy, la deformata assume la forma

$$w(x,y;e) = w(1/2,y;e) \text{sen}(\pi x/l)$$

considerando una condizione di carico avente la stessa legge di variazione e lo stesso P_m ma distribuito su tutta la larghezza dell'impalcato

$$p(x;e) = (P_m/2b) \text{sen}(\pi x/l)$$


si avrà una deformata cilindrica che può assumere la forma

$$w(x) = w(1/2) \text{sen}(\pi x/l)$$

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 16 di 52
---	---------------------------------	--	------------	--------------------

Si può, quindi, definire per una trave di ordinata y e carico di eccentricità e , il coefficiente di ripartizione trasversale (adimensionale)

$$K(y;e) = w(x,y;e) / w(x) = w(1/2,y;e) / w(1/2)$$

Si ha, pertanto, per il carico unitario di eccentricità e , il rapporto fra il carico su una trave di ordinata y e il carico medio $1/n$ dove n è il numero delle travi.

Il valore di $K(y;e)$ è stato calcolato dal Massonnet e tabellato in base ai parametri dai quali dipende e precisamente

- dal rapporto y/b rappresentante la posizione della trave longitudinale presa in considerazione (e lungo la quale y ha sempre lo stesso valore);
- dal rapporto e/b che rappresenta la posizione del carico
- dal rapporto di rigidità torsionale (compreso tra 0 e 1)
- dal rapporto adimensionale di rigidità flessionale

4.6 MODELLO IMPALCATO

Tipo di impalcato: travi in c.a.p. più soletta collaborante

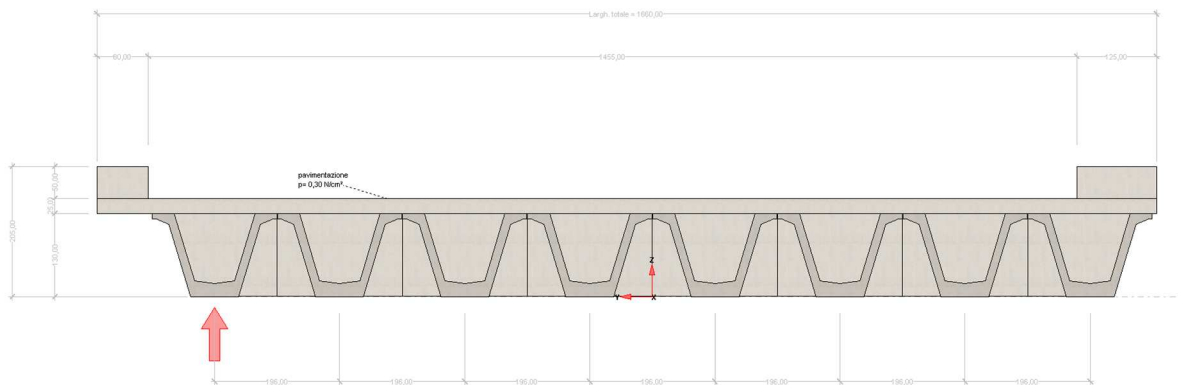
4.6.1 Dati geometrici

Luce di calcolo	2350,00
Larghezza cordolo sinistro	80,00
Larghezza carreggiata	1455,00
Larghezza cordolo destro	125,00
Larghezza fuori tutto impalcato	1660,00
Numero travi	8
Tipo trave	VH BSB
Interasse travi	196,00
Larghezza travi	195,00
Lunghezza retrotrave	50,00
Lunghezza ringrosso	0,00
Lunghezza svasatura	0,00
Eccentricità travi-soletta	40,00
Spessore medio soletta	25,00
Spessore minimo soletta	25,00
Luce di calcolo soletta	100,00
Larghezza marciapiede sinistro	0,00
Dist. marciapiede sinistro	0,00
Larghezza marciapiede destro	0,00
Dist. marciapiede destro	0,00
Spessore medio cordoli	50,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA





4.6.2 Traversi in testate

Altezza sezione traversi	129,90
Spessore sezione traversi	30,00
n.	X
1	0,00
2	2350,00

4.6.3 Trave prefabbricata VH BSB

Per la descrizione geometrica delle sezioni della trave viene utilizzato il sistema di riferimento x,y locale, avente asse x allineato con l'asse Y globale ma di direzione discorde, ed asse y concorde con asse Z globale.

Vertice n.	x	y
1	0,000	0,000
2	-37,500	0,000
3	-71,900	113,000
4	-91,500	121,000
5	-97,500	121,000
6	-97,500	130,000
7	-63,000	130,000
8	-31,500	25,000
9	0,000	20,000
10	31,500	25,000
11	63,000	130,000
12	97,500	130,000
13	97,500	121,000
14	91,500	121,000
15	71,800	113,000
16	37,500	0,000
17	0,000	72,750

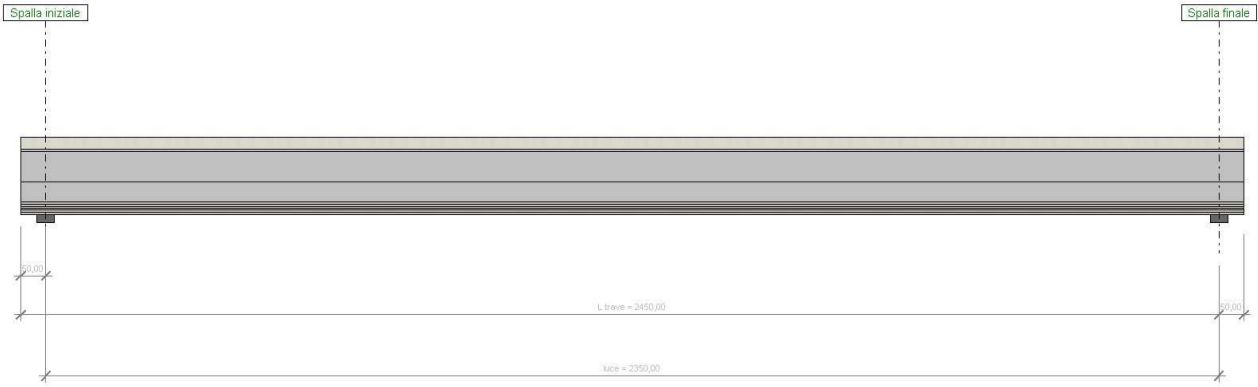
Altezza della sezione	130,00
Spessore complessivo anime	0,00
Area sezione di calcestruzzo	5338,35
Ordinata y baricentro	58,83

APPROVATO SDP

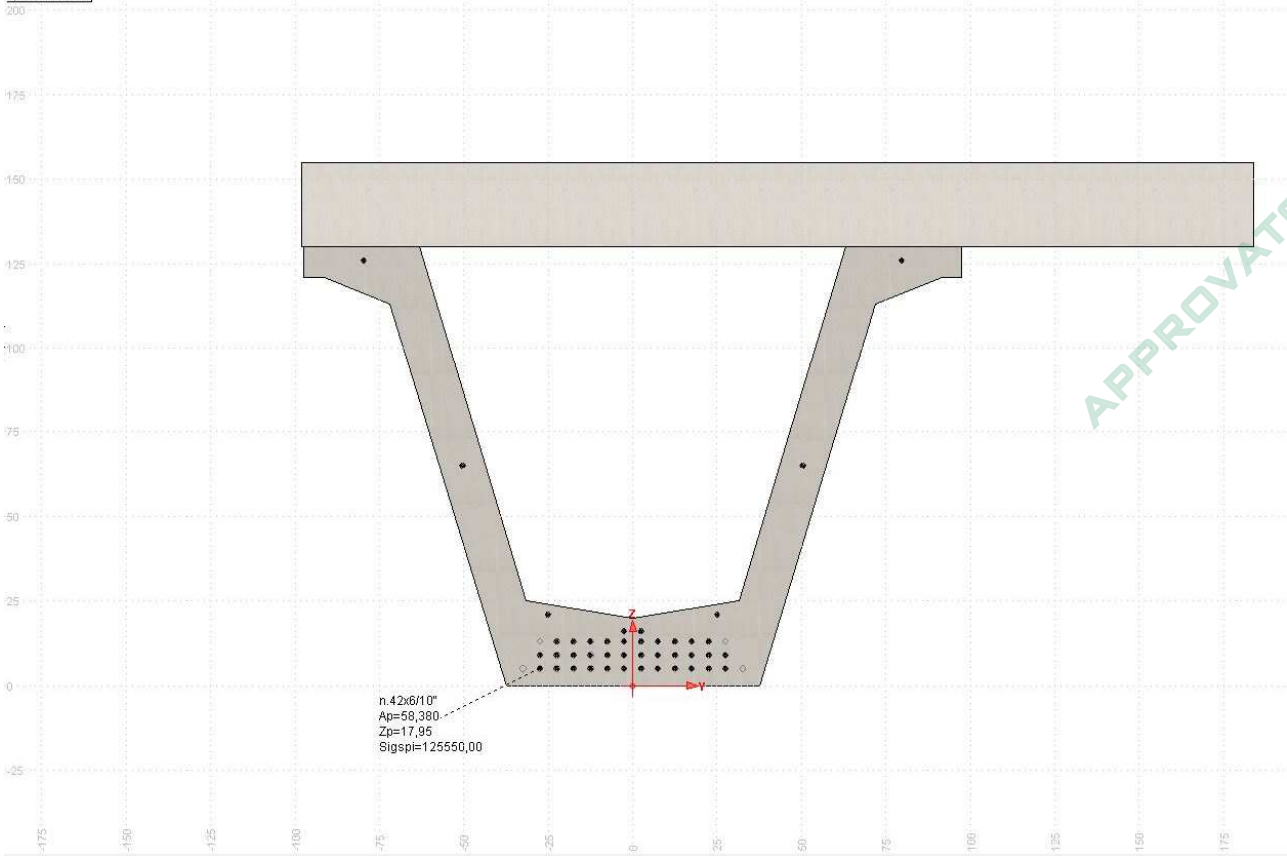
Società di Progetto
Brebemi SpA




Ascissa x baricentro	-0,07
J baricentro	10205758,90
Coefficiente torsionale	0,00



Sezione trave:
 A=5338,260
 Yg=-0,07
 Zg=58,83
 Jy=10205758,9043
 Trave + getto:
 m=0,8238
 A=11861,444
 Yg=23,60
 Zg=104,81
 Jy=31083180,6376



Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 19 di 52

4.6.4 Parametri dei materiali

Ritiro differenziale trave - soletta	0,00000
Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave	1,00
E trave/soletta (calcolo frecce)	3000000,00
Peso specifico trave prefabbricata	0,0245
Peso specifico calcestruzzo getto in opera	0,0245

4.6.5 Ripartizione trasversale dei carichi

Parametri di Massonnet

Trave verificata: 8	eccentricità Y	686,00
Luce di calcolo travi principali	L	2350,00
Interasse trasversi	L1	1,00
Semilarghezza teorica impalcato	B	784,00
Interasse travi	B1	196,00

Trave:

$A_p = 10525,85$ (area sezione cls trave+soletta)

$D_p = 100,07$ (quota baricentro)

$J_p = 28894141,23$ (momento d'inerzia flessionale)

$C_p = 0,00$ (coefficiente di torsione)

Traverso:

$A_e = 25,00$ (area sezione traverso/soletta)

$D_e = 12,50$ (quota baricentro da base sezione)

$J_e = 1302,08$ (momento d'inerzia flessionale)

$C_e = 1302,08$ (coefficiente di torsione)

Larghezza soletta collaborante con il traverso = 1,00

Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave = 1,00

Teta = 1,088 Radice alfa = 0,217

Coefficienti


Si calcolano i coefficienti d'influenza della 8ª trave che ha una eccentricita' $Y = -686$ [cm] e che risulta essere la piu' sollecitata:

Y=	784,00	588,00	392,00	196,00	0,00	-196,00	-392,00	-588,00	-784,00
K_0	6,827	3,936	1,526	0,194	-0,287	-0,321	-0,200	-0,058	0,079

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 20 di 52

Y=	784,00	588,00	392,00	196,00	0,00	-196,00	-392,00	-588,00	-784,00
K ₁	3,609	2,700	1,661	0,926	0,488	0,251	0,129	0,071	0,042
K _α	6,129	3,668	1,556	0,352	-0,119	-0,197	-0,129	-0,030	0,071

Vengono riportati di seguito i coefficienti μ_a relativi alla sezione Y = 0,00 del traverso, ed alla prima armonica.

Y=	784,00	588,00	392,00	196,00	0,00	-196,00	-392,00	-588,00	-784,00
μ_a	-0,022	-0,023	-0,017	0,013	0,098	0,013	-0,017	-0,023	-0,022

4.6.6 Analisi dei carichi

Valori caratteristici delle azioni permanenti

Fase 1)

Pesi gravanti sulla trave singola:

Lunghezza trave in asse	2450,00	[cm]
Peso trave (sezione filante)	130,92	[N/cm]
Peso totale trave prefabbricata	320761,43	[N]
Peso soletta gravante sulla trave	172,90	[N/cm]
Peso trasverso in testata	16390,93	[N]

Fase 2)

PAVIMENTAZIONE

Peso pavimentazione (0,30 [N/cm²]) gravante sulla trave: 59,90 [N/cm]

La larghezza della carreggiata viene suddivisa in 20 intervalli uguali e per ciascuno di essi si determina il valore del coefficiente K_α di Massonnet in corrispondenza del proprio baricentro. Si procede poi alla somma di tali effetti in modo da ottenere la porzione del carico pavimentazione agente sulla trave considerata

PESO DEI CORDOLI

I cordoli in calcestruzzo non hanno funzione strutturale.


Il loro peso viene applicato al modello di calcolo come carico lineare uniforme distribuito su tutta la luce e posizionato in sezione trasversale con data eccentricità.

	peso lineare [N/cm]	Ecc. Y	peso totale [N]
cordolo sinistro	98,10	830,00	230535,00
cordolo destro	153,28	-727,50	360210,94

Peso totale cordoli = 590745,94

APPROVATO SDR



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 21 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

Valori caratteristici delle azioni variabili

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00 m. In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a 5,40 m.

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

Categoria ponte : *Stradale 1a categoria*

Numero assi per corsia: 2

corsia	Nome	carico asse Q	p	α_Q	α_q
1	Corsia 1	300000,00	0,90	1,00	1,00
2	Corsia 2	200000,00	0,25	1,00	1,00
3	Corsia 3	100000,00	0,25	1,00	1,00

Carico folla sui marciapiedi= 0,50 [N/cm²]

4.6.7 Coefficienti di combinazione

Stati Limite Ultimi

	$\gamma_{sup.}$	$\gamma_{inf.}$
Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali	1,35	1,00
Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali	1,50	0,00
Coeff. sicurezza carichi traffico	1,35	0,00
Coeff. sicurezza carichi vento	1,50	0,00


Stati Limite di Esercizio

Carico	ψ_0	ψ_1	ψ_2
LM1/UDL	0,40	0,40	0,00
LM1/TS	0,75	0,75	0,00
forze orizzontali	0,00	0,00	0,00
carico pedonale	0,00	0,00	0,00
LM4 folla	0,00	0,75	0,00
LM3	0,00	0,00	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 22 di 52

Carico	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
asse singolo LM2	0,00	0,75	0,00
vento	0,60	0,20	0,00
termico	0,60	0,60	0,50

4.6.8 Applicazione del metodo di massonnet

Peso cordoli

Descrizione	[N/cm]	Ecc. Y	K Massonnet	μ Massonnet
cordolo sinistro	98,10	830,00	6,688	-0,021
cordolo destro	153,28	-727,50	0,042	-0,022

Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 8

Descrizione	Q- α [N]	q- α [N/cm]	Ecc. Y	Larghezza	Ka
Corsia 1	300000,00	270,00	635,00	300,00	4,270
Corsia 2	200000,00	75,00	335,00	300,00	1,112
Zona Rimanente	0,00	1,25	787,50	5,00	6,172

Coefficiente di incremento dinamico = 1.0

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.

Carichi mobili per calcolo M max trasv. soletta (effetto globale)

Per la ricerca del massimo momento flettente (che tende le fibre inferiori) si dispongono i carichi in vari modi sia in senso longitudinale che trasversale. Viene qui riportata la configurazione più sfavorevole per la sezione Y=0 in asse travi.

Descrizione	Q- α [N]	q- α [N/cm]	Ecc. Y	Larghezza	μ
Corsia 1	300000,00	270,00	0,00	300,00	0,098

Carichi mobili per calcolo M min trasv. soletta (effetto globale)

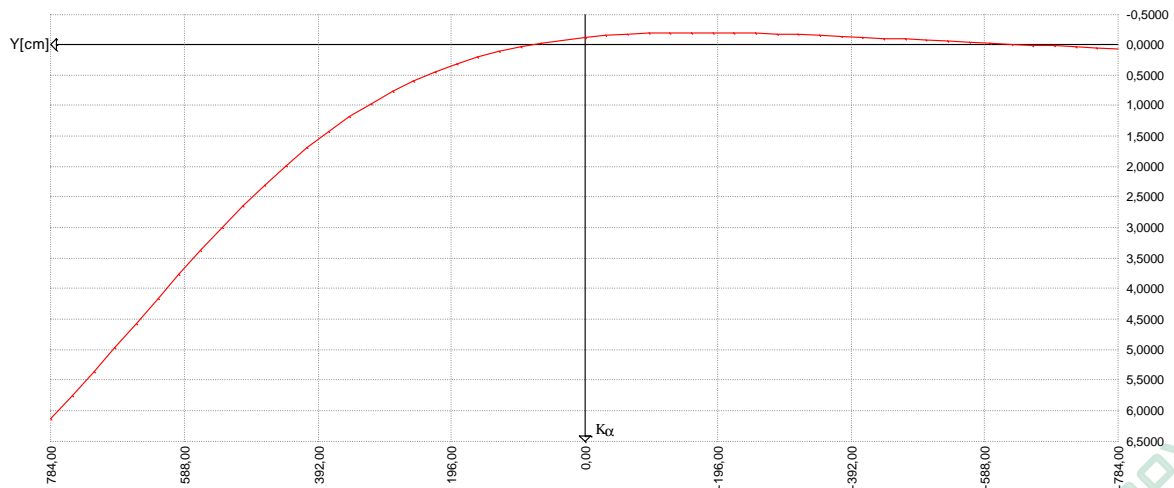
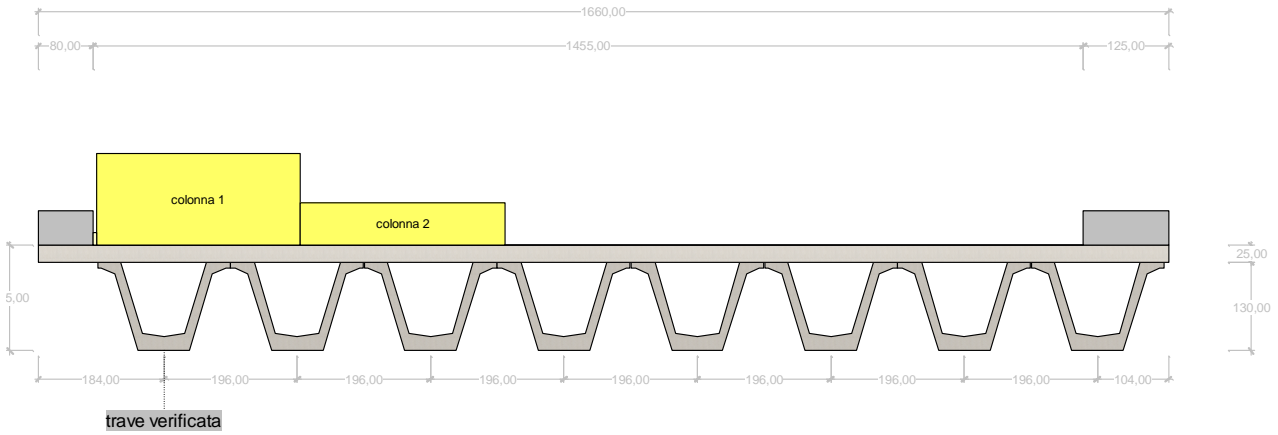
Per la ricerca del minimo momento flettente (che tende le fibre superiori) si dispongono i carichi in vari modi sia in senso longitudinale che trasversale. Viene qui riportata la configurazione più sfavorevole per la sezione Y=0 in asse travi.

Descrizione	Q- α [N]	q- α [N/cm]	Ecc. Y	Larghezza	μ
Corsia 1	300000,00	270,00	640,00	300,00	-0,023
Corsia 2	200000,00	75,00	-515,00	300,00	-0,022
Corsia 3	100000,00	75,00	340,00	300,00	-0,013

Società di Progetto
Brebemi SpA



Diagramma di ripartizione trasversale - coeff. K_{α} di Massonnet



APPROVATO SDP

4.6.9 Valori caratteristici delle sollecitazioni sulla trave

Al taglio trefoli ed in opera

Sez.X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M	V	M	V
0,00	appoggio	0,00	153834,56	0,00	203158,97
100,00		14717117,66	140742,26	19435908,01	185868,84
200,00		28127186,12	127649,96	37145684,00	168578,72
300,00		40230205,39	114557,65	53129327,98	151288,59
400,00		51026175,47	101465,35	67386839,95	133998,47
500,00		60515096,34	88373,05	79918219,90	116708,34
600,00		68696968,02	75280,74	90723467,84	99418,22
700,00		75571790,51	62188,44	99802583,77	82128,09
800,00		81139563,80	49096,14	107155567,69	64837,97
900,00		85400287,89	36003,83	112782419,59	47547,84
1000,00		88353962,79	22911,53	116683139,49	30257,72

Società di
Breber

[Handwritten signature]

Sez.X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M	V	M	V
1100,00		90000588,49	9819,23	118857727,36	12967,59
1175,00	mezzeria	90377806,74	0,00	119355894,14	0,00
1200,00		90333757,90	-3273,08	119297721,80	-4322,53
1300,00		89340656,79	-16365,38	117986199,93	-21612,66
1400,00		87040506,49	-29457,68	114948546,04	-38902,78
1500,00		83433307,00	-42549,99	110184760,14	-56192,91
1600,00		78519058,30	-55642,29	103694842,23	-73483,03
1700,00		72297760,42	-68734,59	95478792,31	-90773,16
1800,00		64769413,33	-81826,90	85536610,37	-108063,28
1900,00		55934017,05	-94919,20	73868296,43	-125353,41
2000,00		45791571,58	-108011,50	60473850,46	-142643,53
2100,00		34342076,91	-121103,81	45353272,49	-159933,66
2200,00		21585533,04	-134196,11	28506562,50	-177223,78
2300,00		7521939,98	-147288,41	9933720,50	-194513,91
2350,00	appoggio	0,00	-153834,56	0,00	-203158,97

Seconda fase - carichi permanenti

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M	V	T
0,00	appoggio	0,00	97311,08	0,00
100,00		9309602,53	89029,29	0,00
200,00		17792405,37	80747,49	0,00
300,00		25448408,50	72465,70	0,00
400,00		32277611,92	64183,91	0,00
500,00		38280015,65	55902,11	0,00
600,00		43455619,67	47620,32	0,00
700,00		47804423,98	39338,52	0,00
800,00		51326428,60	31056,73	0,00
900,00		54021633,51	22774,93	0,00
1000,00		55890038,72	14493,14	0,00
1100,00		56931644,23	6211,35	0,00
1175,00	mezzeria	57170261,06	0,00	0,00
1200,00		57142397,10	-2070,45	0,00
1300,00		56514191,44	-10352,24	0,00
1400,00		55059186,08	-18634,04	0,00
1500,00		52777381,02	-26915,83	0,00
1600,00		49668776,26	-35197,63	0,00
1700,00		45733371,79	-43479,42	0,00
1800,00		40971167,62	-51761,21	0,00
1900,00		35382163,75	-60043,01	0,00
2000,00		28966360,17	-68324,80	0,00
2100,00		21723756,89	-76606,60	0,00
2200,00		13654353,91	-84888,39	0,00
2300,00		4758151,23	-93170,19	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-97311,08	0,00

Sez.X	Descrizione	permanentemente portati		
		M	V	T

APPROVATO SGP

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sez.X	Descrizione	permanententi portati		
		M	V	T
0,00	appoggio	0,00	70385,86	0,00
100,00		6733707,30	64395,57	0,00
200,00		12869384,00	58405,29	0,00
300,00		18407030,09	52415,00	0,00
400,00		23346645,59	46424,71	0,00
500,00		27688230,49	40434,43	0,00
600,00		31431784,78	34444,14	0,00
700,00		34577308,48	28453,86	0,00
800,00		37124801,58	22463,57	0,00
900,00		39074264,07	16473,29	0,00
1000,00		40425695,97	10483,00	0,00
1100,00		41179097,26	4492,71	0,00
1175,00	mezzeria	41351690,65	0,00	0,00
1200,00		41331536,44	-1497,57	0,00
1300,00		40877150,44	-7487,86	0,00
1400,00		39824733,85	-13478,14	0,00
1500,00		38174286,65	-19468,43	0,00
1600,00		35925808,85	-25458,71	0,00
1700,00		33079300,46	-31449,00	0,00
1800,00		29634761,46	-37439,29	0,00
1900,00		25592191,86	-43429,57	0,00
2000,00		20951591,67	-49419,86	0,00
2100,00		15712960,87	-55410,14	0,00
2200,00		9876299,47	-61400,43	0,00
2300,00		3441607,47	-67390,71	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-70385,86	0,00

Seconda fase - carichi da traffico

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M	V	T
0,00	appoggio	0,00	366252,86	0,00
100,00		34997286,46	350259,28	0,00
200,00		66801186,85	334265,71	0,00
300,00		95411701,17	318272,13	0,00
400,00		120828829,43	302278,56	0,00
500,00		143052571,61	286284,98	0,00
600,00		162082927,73	270291,40	0,00
700,00		177919897,78	254297,83	0,00
800,00		190563481,77	238304,25	0,00
900,00		200013679,68	222310,68	0,00
1000,00		206270491,53	206317,10	0,00
1100,00		209333917,31	190323,53	0,00
1175,00	mezzeria	209535827,04	-178328,35	0,00
1200,00		209668110,42	-182326,74	0,00
1300,00		208201377,68	-198320,32	0,00
1400,00		203541258,86	-214313,89	0,00
1500,00		195687753,98	-230307,47	0,00
1600,00		184640863,03	-246301,04	0,00
1700,00		170400586,02	-262294,62	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M	V	T
1800,00		152966922,93	-278288,19	0,00
1900,00		132339873,78	-294281,77	0,00
2000,00		108519438,56	-310275,34	0,00
2100,00		81505617,27	-326268,92	0,00
2200,00		51298409,91	-342262,49	0,00
2300,00		17897816,49	-358256,07	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-366252,86	0,00


Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M	V	T
0,00	appoggio	0,00	182713,58	0,00
100,00		17479929,36	167500,27	0,00
200,00		33407440,10	152947,56	0,00
300,00		47782532,21	139055,45	0,00
400,00		60605205,69	125823,95	0,00
500,00		71875460,53	113253,05	0,00
600,00		81593296,75	101342,76	0,00
700,00		89758714,35	90093,06	0,00
800,00		96371713,31	79503,98	0,00
900,00		101432293,64	69575,49	0,00
1000,00		104940455,35	60307,61	0,00
1100,00		106896198,43	51700,33	0,00
1175,00	mezzeria	107344231,01	40594,13	0,00
1200,00		107291912,98	-47644,42	0,00
1300,00		106112379,22	-55921,40	0,00
1400,00		103380426,82	-64858,98	0,00
1500,00		99096055,81	-74457,16	0,00
1600,00		93259266,16	-84715,94	0,00
1700,00		85870057,88	-95635,33	0,00
1800,00		76928430,97	-107215,33	0,00
1900,00		66434385,44	-119455,93	0,00
2000,00		54387921,27	-132357,13	0,00
2100,00		40789038,48	-145918,93	0,00
2200,00		25637737,06	-160141,34	0,00
2300,00		8934017,01	-175024,35	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-182713,58	0,00

Sez.X	Descrizione	gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M	V	T
0,00	appoggio	0,00	548966,44	0,00
100,00		52477215,82	517759,55	0,00
200,00		100208626,95	487213,27	0,00
300,00		143194233,38	457327,58	0,00
400,00		181434035,11	428102,51	0,00
500,00		214928032,15	399538,03	0,00
600,00		243676224,49	371634,16	0,00
700,00		267678612,13	344390,89	0,00
800,00		286935195,08	317808,23	0,00
900,00		301445973,33	291886,17	0,00
1000,00		311210946,88	266624,71	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 27 di 52

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M	V	T
1100,00		316230115,73	242023,86	0,00
1175,00	mezzeria	316880058,04	-137734,22	0,00
1200,00		316960023,40	-229971,16	0,00
1300,00		314313756,89	-254241,71	0,00
1400,00		306921685,69	-279172,87	0,00
1500,00		294783809,79	-304764,62	0,00
1600,00		277900129,19	-331016,99	0,00
1700,00		256270643,90	-357929,95	0,00
1800,00		229895353,90	-385503,52	0,00
1900,00		198774259,22	-413737,69	0,00
2000,00		162907359,83	-442632,47	0,00
2100,00		122294655,75	-472187,85	0,00
2200,00		76936146,97	-502403,83	0,00
2300,00		26831833,50	-533280,42	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-548966,44	0,00

4.6.10 Valori di combinazione delle sollecitazioni sulla trave

Combinazione SLU al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,1} \}$$


$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V
0,00	appoggio	0,00	207676,66
100,00		19868108,84	190002,05
200,00		37971701,27	172327,44
300,00		54310777,28	154652,83
400,00		68885336,88	136978,22
500,00		81695380,06	119303,61
600,00		92740906,83	101629,00
700,00		102021917,19	83954,40
800,00		109538411,13	66279,79
900,00		115290388,66	48605,18
1000,00		119277849,77	30930,57
1100,00		121500794,47	13255,96
1175,00	mezzeria	122010039,09	0,00
1200,00		121950573,16	-4418,65
1300,00		120609886,67	-22093,26
1400,00		117504683,76	-39767,87
1500,00		112634964,44	-57442,48
1600,00		106000728,71	-75117,09
1700,00		97601976,56	-92791,70
1800,00		87438708,00	-110466,31
1900,00		75510923,02	-128140,92
2000,00		61818621,63	-145815,53
2100,00		46361803,83	-163490,14

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX200000100A	REV. 00	FOGLIO 28 di 52

Sez.X	Descrizione	M	V
2200,00		29140469,61	-181164,75
2300,00		10154618,97	-198839,36
2350,00	appoggio	0,00	-207676,66

Combinazione SLU al getto soletta

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V
0,00	appoggio	0,00	481941,27
100,00		46106584,65	440924,99
200,00		88118374,67	399908,71
300,00		126035370,05	358892,44
400,00		159857570,81	317876,16
500,00		189584976,93	276859,88
600,00		215217588,42	235843,60
700,00		236755405,28	194827,32
800,00		254198427,51	153811,04
900,00		267546655,11	112794,77
1000,00		276800088,07	71778,49
1100,00		281958726,41	30762,21
1175,00	mezzeria	283140496,18	0,00
1200,00		283002497,59	-10254,07
1300,00		279891256,57	-51270,35
1400,00		272685220,92	-92286,63
1500,00		261384390,64	-133302,90
1600,00		245988765,72	-174319,18
1700,00		226498346,18	-215335,46
1800,00		202913132,00	-256351,74
1900,00		175233123,20	-297368,02
2000,00		143458319,76	-338384,30
2100,00		107588721,69	-379400,57
2200,00		67624328,99	-420416,85
2300,00		23565141,65	-461433,13
2350,00	appoggio	0,00	-481941,27

APPROVATO SDP

Combinazione SLU Seconda fase P/T

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V	T
0,00	appoggio	0,00	1459994,71	0,00

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sez.X	Descrizione	M	V	T
100,00		139619350,38	1356683,28	0,00
200,00		266723844,29	1254263,67	0,00
300,00		381313481,72	1152735,87	0,00
400,00		483388262,69	1052099,88	0,00
500,00		572948187,18	952355,71	0,00
600,00		649993255,21	853503,36	0,00
700,00		714523466,76	755542,82	0,00
800,00		766538821,84	658474,09	0,00
900,00		806039320,45	562297,18	0,00
1000,00		833024962,59	467012,09	0,00
1100,00		847495748,26	372618,81	0,00
1175,00	mezzeria	850135962,95	-185941,20	0,00
1200,00		850038069,92	-325756,60	0,00
1300,00		841824712,48	-419703,97	0,00
1400,00		821096498,58	-514543,16	0,00
1500,00		787853428,20	-610274,16	0,00
1600,00		742095501,36	-706896,98	0,00
1700,00		683822718,04	-804411,61	0,00
1800,00		613035078,25	-902818,06	0,00
1900,00		529732581,99	-1002116,32	0,00
2000,00		433915229,26	-1102306,40	0,00
2100,00		325583020,06	-1203388,29	0,00
2200,00		204735954,39	-1305362,00	0,00
2300,00		71374032,25	-1408227,52	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-1459994,71	0,00

Combinazione SLE al talio dei trefoli


$$E_d = E\{ G1_{k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V
0,00	appoggio	0,00	153834,56
100,00		14717117,66	140742,26
200,00		28127186,12	127649,96
300,00		40230205,39	114557,65
400,00		51026175,47	101465,35
500,00		60515096,34	88373,05
600,00		68696968,02	75280,74
700,00		75571790,51	62188,44
800,00		81139563,80	49096,14
900,00		85400287,89	36003,83
1000,00		88353962,79	22911,53
1100,00		90000588,49	9819,23
1175,00	mezzeria	90377806,74	0,00
1200,00		90333757,90	-3273,08
1300,00		89340656,79	-16365,38
1400,00		87040506,49	-29457,68
1500,00		83433307,00	-42549,99
1600,00		78519058,30	-55642,29
1700,00		72297760,42	-68734,59

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 30 di 52

Sez.X	Descrizione	M	V
1800,00		64769413,33	-81826,90
1900,00		55934017,05	-94919,20
2000,00		45791571,58	-108011,50
2100,00		34342076,91	-121103,81
2200,00		21585533,04	-134196,11
2300,00		7521939,98	-147288,41
2350,00	appoggio	0,00	-153834,56

Combinazione SLE al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,i} + \sum G2_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V
0,00	appoggio	0,00	356993,53
100,00		34153025,67	326611,11
200,00		65272870,12	296228,68
300,00		93359533,37	265846,25
400,00		118413015,41	235463,82
500,00		140433316,24	205081,39
600,00		159420435,87	174698,96
700,00		175374374,28	144316,53
800,00		188295131,49	113934,11
900,00		198182707,49	83551,68
1000,00		205037102,28	53169,25
1100,00		208858315,86	22786,82
1175,00	mezzeria	209733700,88	0,00
1200,00		209631479,70	-7595,61
1300,00		207326856,72	-37978,04
1400,00		201989052,53	-68360,46
1500,00		193618067,14	-98742,89
1600,00		182213900,54	-129125,32
1700,00		167776552,73	-159507,75
1800,00		150306023,71	-189890,18
1900,00		129802313,48	-220272,61
2000,00		106265422,04	-250655,03
2100,00		79695349,40	-281037,46
2200,00		50092095,55	-311419,89
2300,00		17455660,48	-341802,32
2350,00	appoggio	0,00	-356993,53

APPROVATO SDP

Seconda fase - S.L.E. Rara 2^a fase

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2^{a}fase} + \sum G2_{k,2^{a}fase} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V	T
0,00	appoggio	0,00	716663,38	0,00
100,00		68520525,66	671184,41	0,00
200,00		130870416,31	626366,05	0,00

Società di Progetto
Brebemi SpA



Sez.X	Descrizione	M	V	T
300,00		187049671,97	582208,28	0,00
400,00		237058292,62	538711,13	0,00
500,00		280896278,28	495874,57	0,00
600,00		318563628,94	453698,62	0,00
700,00		350060344,60	412183,27	0,00
800,00		375386425,25	371328,53	0,00
900,00		394541870,91	331134,39	0,00
1000,00		407526681,57	291600,85	0,00
1100,00		414340857,23	252727,92	0,00
1175,00	mezzeria	415402009,76	-137734,22	0,00
1200,00		415433956,94	-233539,18	0,00
1300,00		411705098,78	-272081,81	0,00
1400,00		401805605,62	-311285,05	0,00
1500,00		385735477,46	-351148,88	0,00
1600,00		363494714,30	-391673,33	0,00
1700,00		335083316,14	-432858,37	0,00
1800,00		300501282,98	-474704,02	0,00
1900,00		259748614,83	-517210,27	0,00
2000,00		212825311,67	-560377,13	0,00
2100,00		159731373,51	-604204,59	0,00
2200,00		100466800,36	-648692,65	0,00
2300,00		35031592,20	-693841,32	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-716663,38	0,00

Seconda fase - S.L.E. Frequente 2^a fase


$$E_d = E \{ \sum G_{1k,2^a \text{ fase}} + \sum G_{2k,2^a \text{ fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V	T
0,00	appoggio	0,00	515472,01	0,00
100,00		49283246,42	483119,43	0,00
200,00		94125655,54	451031,08	0,00
300,00		134527227,35	419206,98	0,00
400,00		170487961,86	387647,12	0,00
500,00		202007859,06	356351,50	0,00
600,00		229086918,95	325320,12	0,00
700,00		251725141,54	294552,98	0,00
800,00		269922526,83	264050,08	0,00
900,00		283679074,81	233811,43	0,00
1000,00		292994785,48	203837,01	0,00
1100,00		297869658,85	174126,84	0,00
1175,00	mezzeria	298611514,39	-117508,61	0,00
1200,00		298641781,54	-159370,84	0,00
1300,00		295987326,83	-188948,90	0,00
1400,00		288892034,81	-218791,19	0,00
1500,00		277355905,48	-248897,72	0,00
1600,00		261378938,85	-279268,50	0,00
1700,00		240961134,91	-309903,52	0,00
1800,00		216102493,67	-340802,78	0,00
1900,00		186803015,12	-371966,28	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 32 di 52

Sez.X	Descrizione	M	V	T
2000,00		153062699,27	-403394,02	0,00
2100,00		114881546,11	-435086,00	0,00
2200,00		72259555,64	-467042,23	0,00
2300,00		25196727,87	-499262,69	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-515472,01	0,00

Seconda fase - S.L.E. Quasi permanente 2^a fase


$$E_d = E \{ \sum G_{1k,2^{a}fase} + \sum G_{2k,2^{a}fase} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M	V	T
0,00	appoggio	0,00	167696,94	0,00
100,00		16043309,83	153424,86	0,00
200,00		30661789,36	139152,78	0,00
300,00		43855438,59	124880,70	0,00
400,00		55624257,51	110608,62	0,00
500,00		65968246,13	96336,54	0,00
600,00		74887404,45	82064,46	0,00
700,00		82381732,47	67792,38	0,00
800,00		88451230,18	53520,30	0,00
900,00		93095897,59	39248,22	0,00
1000,00		96315734,69	24976,14	0,00
1100,00		98110741,50	10704,06	0,00
1175,00	mezzeria	98521951,71	0,00	0,00
1200,00		98473933,53	-3568,02	0,00
1300,00		97391341,88	-17840,10	0,00
1400,00		94883919,93	-32112,18	0,00
1500,00		90951667,67	-46384,26	0,00
1600,00		85594585,11	-60656,34	0,00
1700,00		78812672,25	-74928,42	0,00
1800,00		70605929,08	-89200,50	0,00
1900,00		60974355,61	-103472,58	0,00
2000,00		49917951,84	-117744,66	0,00
2100,00		37436717,76	-132016,74	0,00
2200,00		23530653,39	-146288,82	0,00
2300,00		8199758,70	-160560,90	0,00
2350,00	appoggio	0,00	-167696,94	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 33 di 52

4.6.11 Reazioni massime agli appoggi

Forze Orizzontali

Azione longitudinale di frenamento q3 :	
Forza totale sull'impalcato Fxq	423450,00

Valori caratteristici reazioni verticali (Carichi di 1a fase)

Trave	peso trave	peso soletta+traversi
1	160380,72	168108,71
2	160380,72	163602,24
3	160380,72	163602,24
4	160380,72	163602,24
5	160380,72	163602,24
6	160380,72	163602,24
7	160380,72	163602,24
8	160380,72	228194,96

Valori caratteristici reazioni verticali (Carichi permanenti di 2a fase)

Trave	peso cordoli	permanentemente portati
1	129115,19	42394,14
2	56050,66	58684,55
3	10468,32	68501,18
4	-10592,91	72595,60
5	-14849,49	73495,98
6	-3294,10	73282,80
7	31995,46	73119,44
8	101451,98	73381,00


Valori caratteristici reazioni verticali (Carichi da traffico)

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla Marciapiedi
1	-7953,93	-1911,87	0,00
2	-6541,27	-3361,20	0,00
3	3472,25	-2252,44	0,00
4	34291,96	6022,12	0,00
5	98973,70	28370,68	0,00
6	195535,40	69858,89	0,00
7	288179,68	125427,05	0,00
8	366252,87	182713,58	0,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 34 di 52
---	---------------------------------	--	------------	--------------------

Combinazione SLU P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_0 \cdot \gamma_W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_W \cdot W_k + \psi_0 \cdot \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Trave	Rz max	Rz min
1	672271,66	681357,43
2	592634,14	601072,22
3	556560,32	554260,99
4	586393,98	531969,97
5	699489,06	527574,16
6	901136,46	542854,16
7	1148619,11	590250,03
8	1512713,55	771608,83

Combinazione SLE rara

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + W_k + \psi_0 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max	Rz min
1	499998,75	490132,94
2	438718,17	428815,71
3	404172,26	402952,45
4	426299,73	385985,65
5	509973,83	382629,45
6	659365,95	393971,66
7	842704,59	429097,86
8	1112375,11	563408,65

APPROVATO SDP

Combinazione SLE frequente

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_{1,W} \cdot W_k + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max	Rz min
1	499998,75	493268,55

Società di Progetto
Brebemi SpA



Trave	Rz max	Rz min
2	438718,17	432467,74
3	404655,66	402952,45
4	414113,47	385985,65
5	468208,00	382629,45
6	568566,77	393971,66
7	695403,44	429097,86
8	911183,74	563408,65

Combinazione SLE quasi permanente

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$


$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo 2}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max	Rz min
1	499998,75	499998,75
2	438718,17	438718,17
3	402952,45	402952,45
4	385985,65	385985,65
5	382629,45	382629,45
6	393971,66	393971,66
7	429097,86	429097,86
8	563408,65	563408,65

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 36 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

5 MODELLO DI CALCOLO IMPALCATO

5.1 Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

5.2 Armature trave prefabbricata

5.2.1 Armature di precompressione pretesate

trefoli : 6/10" area = 139,000 [mm²]

acciaio : prec.fpk=1860

tensione di tesatura = 125550,00

$A_p = 58,380$ $N_p = 7329609,00$ [N] $Z_{g,p} = 17,95$

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
126,00	2		
65,00	2		
21,00	2		
16,00	2		
13,00	10	8	200,00
9,00	12	8	400,00
5,00	12	6	600,00
N. trefoli=	42	L tot guaine=	8400,00


5.3 Materiali - resistenze di calcolo

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

APPROVATO SDP

riportate per il
Brehemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 37 di 52

5.3.1 Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	5500,00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	4000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,500
modulo elastico	3641611,39
peso specifico	0,0245
ritiro totale	-0,00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25,5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25,5%
% ritiro da getto soletta a $t=inf.$	49%
coeff. di viscosità	2,300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a $t=inf.$	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 5500,00 = 4565,00$	N/cm ²
al taglio dei trefoli	f_{ckj}	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 4000,00 = 3320,00$	N/cm ²

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 4565,00 / 1,5 = 2586,83$	N/cm ²
al taglio dei trefoli	f_{cdj}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 3320,00 / 1,5 = 1881,33$	N/cm ²

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :


$$f_{cd} = 2586,83$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 383,19 / 1.2 = 319,33$
al taglio dei trefoli	f_{ctj}	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 309,89 / 1.2 = 258,25$

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 38 di 52

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

σ_{ej}	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	= 2324,00	N/cm ²
---------------	------------------------	-----------	-------------------

a cadute avvenute :

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 2739,00	N/cm ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 2054,25	N/cm ²	(per comb. quasi permanente)

5.3.2 Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C32/40
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	4000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,5
modulo elastico	3364277,77
peso specifico	0,0245
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0,924

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	= $0.83 \cdot R_{ck}$	= $0.83 \cdot 4000,00 = 3320,00$	N/cm ²
------------------	----------	-----------------------	----------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	= $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= $0.85 \cdot 3320,00 / 1,5 = 1881,33$	N/cm ²
------------------	----------	---	--	-------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 1881,33$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :


a tempo infinito	f_{ct}	= $f_{ctm} / 1.2$	= $309,89 / 1.2 = 258,25$
------------------	----------	-------------------	---------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 1992,00	N/cm ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 1494,00	N/cm ²	(per comb. quasi permanente)

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 39 di 52

5.3.3 Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	167400,00
Modulo elastico	20600000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1,15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41,4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25,9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32,7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

σ_{spi}	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	$= 0.80 \cdot 184140,00 = 147312,00$	N/cm ²
σ_{spi}	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	$= 0.90 \cdot 167400,00 = 150660,00$	N/cm ²

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a 0.05 $f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

σ_{sp}	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	133920,00	N/cm ²
---------------	-----------------------------	-----------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{ptd}	$= f_{p(1)k} / \gamma_s$	$= 167400,00 / 1,15 = 145565,22$	N/cm ²
-----------	--------------------------	----------------------------------	-------------------

5.3.4 Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

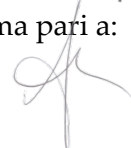
tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	45000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,15
modulo elastico	21000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6


La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

σ_s	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 45000,00 = 36000,00$	N/cm ²
------------	--------------------------	------------------------------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 40 di 52

f_{yd}	$= f_{yk}/\gamma_s$	$= 45000,00/1,15 = 39130,43$	N/cm ²
----------	---------------------	------------------------------	-------------------

5.4 Cadute di tensione

5.4.1 Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot (t/1000)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
- ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

- $\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
- f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0,682	0,036	3,60%

5.4.2 Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $\epsilon_{cs1} = -0,00030$


getto in opera $\epsilon_{cs2} = -0,00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$		
Trave 1 - gruppo 1	$-0,00030 \cdot 20600000,00 =$	-6180,00	4,92%

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 41 di 52
---	---------------------------------	--	------------	--------------------

5.4.3 Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$$\varphi_{inf,1} = 2,3 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

5.4.4 Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41,40	25,50	0,00
dal taglio trefoli al getto in opera	25,90	25,50	33,00
dal getto in opera a tempo infinito	32,70	49,00	67,00

5.5 Stati limite di esercizio

5.5.1 Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :


$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- G_1 = permanenti strutturali
- G_2 = permanenti non strutturali
- P = precompressione

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 42 di 52
---	---------------------------------	--	------------	--------------------

Q = azioni variabili

5.5.2 Stato limite di fessurazione travi prefabbricate

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>
	$\sigma_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

5.5.3 Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.

La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

$$E_{travi} = 3641611,39$$

$$E_{soletta} = 3364277,77$$

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:


$$\phi_{inf} = 2,3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0,5

Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 43 di 52

Prima fase

VH BSB :

	accorciamento [cm]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [cm]
al taglio trefoli	-0,6834	0,00503	-0,00503	3,4806
al getto soletta	-1,0560	0,00367	-0,00367	2,5045
dopo maturazione	-1,0593	0,00368	-0,00368	2,5081

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [cm] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0,0000	0,0000	0,0000
Spalla finale	0,0000	0,0000	-0,2327

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0,00000	0,00000	0,00391
Spalla finale	0,00000	0,00000	-0,00391

Frecce in mezzeria [cm] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	1175,00	2,5081	-0,4165	-0,4165	-2,9505

5.6 Stati limite ultimi

5.6.1 Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti


Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma σ - ϵ parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo. Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ϵ_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Progetto
Brehemì SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 44 di 52

5.7 Verifica delle sezioni

5.7.1 Verifica sezione X=0,00: prima fase

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	0,00	0,00
2	-37,50	0,00
3	-71,90	113,00
4	-91,50	121,00
5	-97,50	121,00
6	-97,50	130,00
7	-63,00	130,00
8	-31,50	25,00
9	0,00	20,00
10	31,50	25,00
11	63,00	130,00
12	97,50	130,00
13	97,50	121,00
14	91,50	121,00
15	71,80	113,00
16	37,50	0,00

$$A = 5338,350$$

$$J_f = 10205758,9043$$

$$Z_g = 58,83$$

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	3,00	8,042	4Ø16 armatura longit. appoggio

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	5458,987	1,057347E7	57,60


Sollecitazioni	M _{esterno}
prima del getto	0,00
dopo getto 2a fase	0,00

Tensioni nei materiali dopo getto 2a fase

Tensioni sul calcestruzzo	σ _{e, max}		σ _{i, max}	
prima del getto	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	0,00		0,00	

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 45 di 52

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$
prima del getto	119357,40	0,00
dopo getto 2a fase	119357,40	0,00

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Le sollecitazioni flettenti sono nulle.

5.7.2 Verifica sezione X=0,00: seconda fase

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	0,00	0,00
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	3019,69	2,4%
rilassamento acciaio	24,1%	1473,32	1,2%
viscosità cls	100,0%	10354,89	8,2%

Verifica tensionale in esercizio


Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	0,00	0,00	
2	-37,50	0,00	
3	-71,90	113,00	
4	-91,50	121,00	
5	-97,50	121,00	
6	-97,50	130,00	
7	-63,00	130,00	
8	-31,50	25,00	
9	0,00	20,00	
10	31,50	25,00	
11	63,00	130,00	
12	97,50	130,00	
13	97,50	121,00	
14	91,50	121,00	
15	71,80	113,00	
16	37,50	0,00	fine prefabb.
17	0,00	0,00	
18	-98,00	155,00	getto in opera
19	184,00	155,00	(m=1,000)
20	184,00	130,00	
21	-98,00	130,00	
22	-98,00	155,00	

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 46 di 52

A = 12388,350

J_f = 31840713,8495

Z_g = 106,45

<nessuna armatura di precompressione attiva>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	3,00	8,042	4Ø16 armatura longit. appoggio

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	12508,990	3,311919E7	105,45

Tensioni sul cls - VH BSB :

	$\sigma_{e, max}$	$\sigma_{e, min}$	$\sigma_{i, max}$	$\sigma_{i, min}$
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Frequenti	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	0,00	0,00	0,00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e, max}$	$\sigma_{e, min}$	$\sigma_{i, max}$	$\sigma_{i, min}$
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Frequenti	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	0,00	0,00	0,00

Tensioni sugli acciai :


	σ_{sp}	$\sigma_{long, inf}$
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	0,00
t=inf.-SLE Frequenti	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	0,00

Verifica a rottura per flessione t=inf.

<sollecitazioni flettenti nulle>

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 47 di 52

5.7.3 Verifica sezione X=1175,00: prima fase

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	0,00	0,00
2	-37,50	0,00
3	-71,90	113,00
4	-91,50	121,00
5	-97,50	121,00
6	-97,50	130,00
7	-63,00	130,00
8	-31,50	25,00
9	0,00	20,00
10	31,50	25,00
11	63,00	130,00
12	97,50	130,00
13	97,50	121,00
14	91,50	121,00
15	71,80	113,00
16	37,50	0,00

$$A = 5338,350$$

$$J_f = 10205758,9043$$

$$Z_g = 58,83$$

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	126,00	2,780
2	65,00	2,780
3	21,00	2,780
4	16,00	2,780
5	13,00	13,900
6	9,00	16,680
7	5,00	16,680

$$A_p = 58,380$$

$$Z_{g,p} = 17,95$$

Sezione ideale (n=6,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	5688,630	1,101375E7	56,31


Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 48 di 52

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	1575,90	1,3%
rilassamento acciaio	30,6%	1870,57	1,5%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	90377806,74	-7128404,26	-291392420,21
prima del getto	90377806,74	-6465410,34	-264290786,15
dopo getto 2a fase	209733700,88	-6462743,33	-264181764,93

Tensioni nei materiali dopo getto 2a fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-28,26	-2189,14
prima del getto	-81,87	-1942,55
dopo getto 2a fase	-880,42	-1332,29

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}
t=0 dopo taglio trefoli	110759,14
prima del getto	100633,39
dopo getto 2a fase	103127,67

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25,5%	1575,90	1,3%
rilassamento acciaio	19,1%	1170,23	0,9%
viscosità cls	45,3%	8610,39	6,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0,1%	8,51	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	4,15	0,0%
viscosità cls	0,2%	33,01	0,0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

$\Delta\varepsilon$ armature pretese: $\varepsilon_{sp,z=17,95}=0,00538$


fless.	Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	Z _{g^{sup}}	ε_{inf}	Z _{g^{inf}}
(+)	33,87	5,795039E8	-0,00350	130,00	0,00105	5,00
(-)	28,78	-6,543537E7	0,01000	126,00	-0,00296	0,00

$M_{d,max} = 283140496,18 < 579503919,87$

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDIII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 49 di 52

5.7.4 Verifica sezione X=1175,00: seconda fase

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-880,63	-1331,30
getto in opera	0,00	0,00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48,9%	3019,69	2,4%
rilassamento acciaio	24,1%	1473,32	1,2%
viscosità cls	54,5%	10354,89	8,2%

Verifica tensionale in esercizio

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	0,00	0,00	
2	-37,50	0,00	
3	-71,90	113,00	
4	-91,50	121,00	
5	-97,50	121,00	
6	-97,50	130,00	
7	-63,00	130,00	
8	-31,50	25,00	
9	0,00	20,00	
10	31,50	25,00	
11	63,00	130,00	
12	97,50	130,00	
13	97,50	121,00	
14	91,50	121,00	
15	71,80	113,00	
16	37,50	0,00	fine prefabb.
17	0,00	0,00	
18	-98,00	155,00	getto in opera
19	184,00	155,00	(m=0,924)
20	184,00	130,00	
21	-98,00	130,00	
22	-98,00	155,00	

$$A = 11851,444$$

$$J_f = 31083180,6375$$


$$Z_g = 104,81$$

Armature di precompressione :

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 50 di 52

n.	Z	area
1	126,00	2,780
2	65,00	2,780
3	21,00	2,780
4	16,00	2,780
5	13,00	13,900
6	9,00	16,680
7	5,00	16,680

$$A_p = 58,380$$

$$Z_{g,p} = 17,95$$

Sezione ideale (n=6,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	12201,720	3,390875E7	102,32

Tensioni sul cls - VH BSB :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-868,32	-868,32	-1039,66	-1039,66
t=inf.-SLE Rare	-868,32	-1208,41	213,87	-1039,66
t=inf.-SLE Frequenti	-868,32	-1113,07	-138,54	-1039,66
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-868,32	-949,72	-742,30	-1039,66

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-38,25	-38,25	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-38,25	-635,57	0,00	-302,81
t=inf.-SLE Frequenti	-38,25	-467,93	0,00	-214,73
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-38,25	-180,74	0,00	-63,83

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}
t=inf.-senza carichi	0,00
t=inf.-SLE Rare	110806,08
t=inf.-SLE Frequenti	109062,61
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	106075,64


Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Armature pretese	17,95	0,00508

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 51 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------


fless.	Z asse neutro	Mr	ϵ_{sup}	$Z_{\epsilon_{sup}}$	ϵ_{inf}	$Z_{\epsilon_{inf}}$
(+)	130,79	1,085963E9	-0,00193	155,00	0,01000	5,00
(-)	27,68	-6,71654E7	0,01000	126,00	-0,00282	0,00

$M_{d,max} = 850135962,95 < 1085962719,35$

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 60369-SVAX2-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO 04RCDII1SVAX2000000100A	REV. 00	FOGLIO 52 di 52
---	---------------------------------	---	------------	--------------------

6 SPALLA

Non si ritiene significativo riportare verifiche dell'allargamento della spalla dato che il fusto è stato ampliato mantenendo sezioni mediamente maggiori o uguali a quelle della spalla esistente.

7 PALI DI FONDAZIONE

Non viene di seguito riportato il calcolo delle sollecitazioni sui pali di fondazione previsti al di sotto dell'allargamento della spalla dato che la nuova palificata, ottenuta aggiungendo una coppia di pali ad interasse inferiore di quello esistente, si troverà in una condizione di favore rispetto a quella precedentemente in essere.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

